

# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 01417

*Ворошилов Д.С.*

*Руководители – проф., д.т.н. Сидельников С.Б.,*

*доц., к.т.н. Лопатина Е.С.*

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск,

sbs270359@yandex.ru

Для изготовления проводов, применяемых в авиационной и космической технике, в настоящее время используется алюминиевый сплав 01417, содержащий редкоземельные металлы в количестве от 7...9 % и имеющий высокие механические свойства при повышенных температурах. Однако этот сплав трудно поддается обработке давлением, в связи с чем для изготовления проволоки из него до сих пор применяют трудо- и энергоемкие технологии, связанные с многочисленными переделами и большим количеством операций термообработки.

На кафедре ОМД института цветных металлов и материаловедения СФУ были разработаны новые перспективные технологии получения деформированных полуфабрикатов из сплава 01417 и запатентованы установки для их реализации.

По первой технологической схеме в качестве заготовки используются слитки диаметром 10...15 мм, полученные с помощью электромагнитного кристаллизатора (ЭМК). Далее их деформируют в прутки диаметром 5...9 мм на установке совмещенной прокатки-прессования и получают проволоку различного диаметра (до 0,3 мм) в калибровочных блоках прокаткой или волочением (рис. 1).

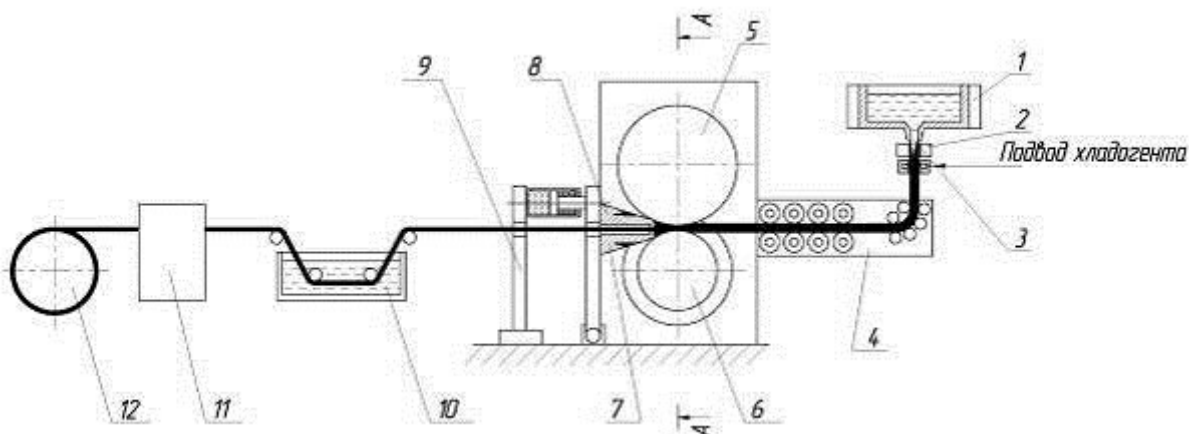


Рисунок 1. Установка совмещенной обработки по патенту № 67492:

- 1 – печь-миксер, 2 – электромагнитный кристаллизатор, 3 – питатель,
- 4 – правильно-задающее устройство, 5 – валок с выступом,
- 6 – валок с ручьем, 7 – матрица, 8 – клиновидные полости для охлаждения,
- 9 – гидродоильник, 10 – охлаждающее устройство,
- 11 – калибровочные блоки, 12 – устройство для намотки изделий

По второй схеме используется метод совмещенного литья, прокатки и прессования (СЛИПП), особенностью которого является дозированная подача расплава металла в калибр валков устройства совмещенной обработки (рис. 2), быстрое охлаждение на поверхности водоохлаждаемых валков и деформация закристаллизовавшейся заготовки путем прокатки-прессования. При этом снижаются энергозатраты, необходимые для получения литой заготовки, и количество металлургических переделов.

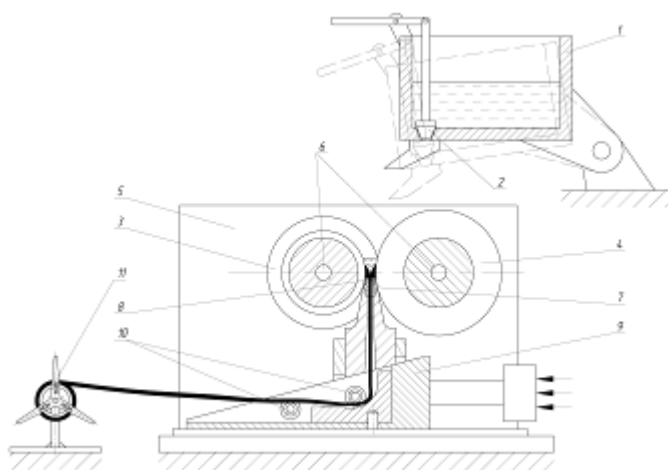


Рисунок 2. Устройство для непрерывного литья, прокатки, прессования по патенту № 73245:

- 1 – печь-миксер,
- 2 – регулятор подачи расплава,
- 3 – валок с ручьем,
- 4 – валок с выступом, 5 – станина,
- 6 – полости для охлаждения валков,
- 7 – матрица,
- 8 – клиновидные полости для охлаждения матрицы,
- 9 – клиновой механизм,
- 10 – направляющие ролики,
- 11 – моталка

Для проведения экспериментальных исследований по реализации каждой из технологических схем были выбраны факторы, влияющие на технологические и энергосиловые параметры процесса обработки, а именно: температура нагрева заготовок  $T = 480$  и  $550$  °С, расплава  $T = 750$  и  $780$  °С; скорость деформации  $\xi = 0,74$  и  $1,49$  с<sup>-1</sup>; коэффициент вытяжки  $\mu = 6,8$ ; 8 и 15,7. Для проведения опытов была реализована следующая методика. В электрической печи сопротивления нагревались заготовки, полученные с помощью ЭМК, в другом случае в тигле готовился расплав. Температуру нагрева контролировали хромель-алюмелевой термопарой и потенциометром КСП-3. После нагрева до необходимой температуры приводили во вращение валки опытной установки со скоростью 4 или 8 об/мин. Далее металл попадал в калибр и достигал матрицы, которая с помощью гидравлического прижима была плотно поджата к валкам. Металл заполнял калибр в зоне распрессовки, а затем, за счет постоянного поступления металла в калибр, выдавливался через калибрующий канал матрицы в виде прутка. В процессе опытов тензометрическая аппаратура с помощью месдоз фиксировала силу, оказываемую металлом на валки и на матрицу. После этого процесс повторяли, изменяя при этом скорость прокатки или температуру заготовки (расплава). Затем получали проволоку, при этом следует отметить, что проволока из прутка диаметром 5 мм после метода СЛИПП,

была получена всего с одним промежуточным отжигом в процессе волочения при температуре 350 °С в течении 1 часа.

Для анализа структурных изменений в металле сплава 01417 по первой и второй схеме на световом микроскопе AxioObserver.A1m и стереометрическом микроскопе Stemi 2000-C с системой анализа изображений Axio Vision фирмы Carl Zeiss были проведены металлографические исследования. В структуре прутка сохраняется дендритное строение, но наблюдается определенная направленность структурных составляющих (рис. 3,а и в). Микроструктура образца не однородна по своему строению, но также можно выделить определенную направленность структуры (рис. 3,б и г). Наблюдаются области, где большую часть занимает  $\alpha$ -твердый раствор (светлый фон), и области, в которых преимущественно эвтектика (темные пластины). Эвтектика имеет различную форму и размер пластин по сечению образца.

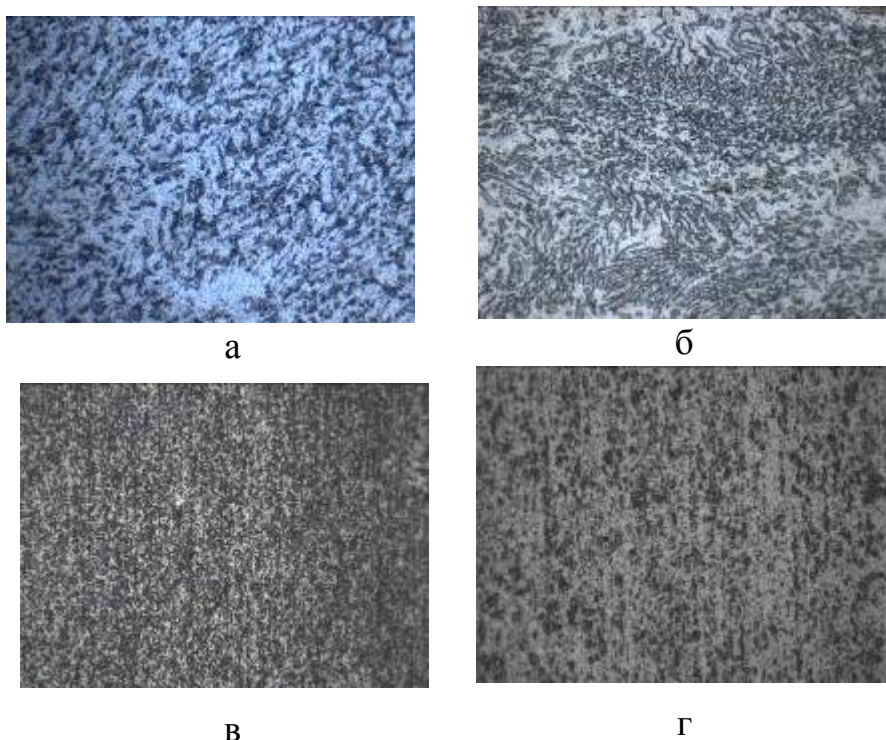


Рисунок 3. Микроструктура прутков диаметром 7 мм (а, б) и проволоки диаметром 0,8 мм (в, г) из сплава 01417, полученных по первой (а, в) и второй (б, г) схеме ( $\times 1000$ )

Исходя из полученных результатов исследований, можно заключить, что для получения проволоки из сплава 01417 могут быть применены обе предложенные технологические схемы, однако наиболее выгодным с позиций экономической эффективности и производительности является использование метода СЛИПП, так как при этом достигается положительный эффект и исключен лишний металлургический передел литья заготовки в ЭМК.